Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Würzburg.
(Direktor: Prof. Dr. P. Wustrow).

Beitrag zum Calziumgehalt in tierischen und menschlichen Zahnkronen

Vergleich zwischen Menschen- und Hundezähnen.

Inaugural-Dissertation

verfaßt und der

Hohen Medizinischen Fakultät der

Bayerischen Julius-Maximilians-Universität Würzburg

zur

Erlangung der Doktorwürde in der Zahnheilkunde

vorgelegt von

OTTO KÖNIG

Zahnarzt aus Schleiden.

Würzburg 1932.

Buchdruckerei Richard Mayr

Referent: Dr. med. et med. dent. P. Wustrow.

Meinen lieben Eltern in Dankbarkeit.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA40153309_0028

Beitrag zum Calziumgehalt in tierischen und menschlichen Zahnkronen.

Vergleich zwischen Menschen- und Hundezähnen.

Bei Entkalkungsversuchen machte Herr Prof. Dr. Wustrow die Beobachtung, daß Hundezähne sich erheblich leichter entkalken ließen als Menschenzähne. Da diese Feststellung nicht gut in Einklang zu bringen war mit der für gewöhnlich bestehenden Ansicht, daß Hundezähne besser verkalkt seien als menschliche, so gab mir Herr Prof. Dr. Wustrow die Anregung, Untersuchungen über den Calziumgehalt in diesen Zähnen zu machen.

Zu den Versuchen wurden Zähne geonmmen, deren Kronen möglich unversehrt waren oder nur eine geringgradige Abkauung zeigten. Die Zähne wurden zunächst mit scharfen Instrumenten von festen und weichen Auflagerungen befreit und dann mit Bürste und Bimssteinsand solange behandelt, bis sie ein sauberes und glänzendes Aussehen erlangt hatten. Da die Untersuchungen sich nur auf die Zahnkronen, als die für die Ausbreitung der Caries wichtigsten Teile der Zähne erstrecken sollten, wurden die Wurzeln mit Kneifzangen abgesprengt oder bei größerer Dicke abgesägt und noch stehengebliebene Wurzelteile bis zum Schmelzrande abgeschliffen. Nach Entfernung der Pulpen wurden die Kronen zur Reinigung von Bohrstaub mehrmals mit Wasser abgespült und im Exsiccator getrocknet.

Da beim Trocknen die Zähne oft in zwei oder mehrere Stücke zersprangen, fiel mir bei Betrachtung der Bruchflächen auf, daß Hundezahnkronen mit einer dünneren Schmelzdecke überzogen waren, als menschliche derselben Zahngattung.

Zur Volumenbestimmung wurde die Pygnometermethode benutzt, wobei man von dem Gedanken ausgeht, daß das Volumen eines Körpers gleich dem Volumen der von ihm verdrängten Wassermenge ist. Auf einer chemischen Wage wurde zunächst das Gewicht der Zahnkrone bestimmt. Dann wurde das Pygnometer mit destilliertem Wasser gefüllt, ein eingeschliffener und mit einem Aufsatzröhrchen versehener Deckel aufgesetzt, das Gefäß abgetrocknet und die in dem Röhrchen stehende Wassersäule bis zu einer bestimmten Marke mit Filtrierpapierspritzen abgesaugt. In diesem Zustand wurde das gefüllte Pygnometer gewogen. Auf die gleiche

Art wurde auch das Pygnometer, in dem sich Zahnkrone und Wasser befand, behandelt und sein Gewicht bestimmt, Wenn nun z das Gewicht des Zahnes, p + w das des Pygnometers + Wasser und p + w_1 + z das des Pygnometers + Zahnkrone + Wasser sein soll, so ist das Gewicht der verdrängten Wassermenge

$$p + w + z - (p + w_1 + z) = w - w_1$$

Da 1 gr Wasser bei 4° C und einem Barometerstand von 760 mm gleich 1 ccm Wasser ist, so ist das Gewicht der verdrängten Wassermenge (w — w_1) nach Berücksichtigung von Temperatur und Barometerstand gleich dem Volumen der verdrängten Wassermenge, also gleich dem Volumen der Zahnkrone.

Eine Anrechnung von Temperatur und Barometerstand wurde jedoch unterlassen, da aus praktischen Erwägungen auf eine genaue vierstellige Aufrechnung der Volumenprozente verzichtet wurde. Die Temperaturen von Wasser und Luft lagen während der Versuchszeit zwischen 17 und 20° C.

Es wurde also bei allen Zähnen die Gewichtszahl der verdrängten Wassermenge für das Volumen der Krone eingesetzt.

Beispiel:		gr.
Gewicht der Zahnkrone	= z	= 0,6404
Gewicht des Pygn. + Wasser	= p + w	= 18,2530
	z + p + w	= 18,8934
Gew. des Pygn. + Zahn + Wasser	= p + z + w_1	= 18,6340
$z + p + w - (p + z + w_1) = w - w_1$		= 0,2594

Volumen der Zahnkrone = 0,2594 ccm.

Bestimmung des Calziumgehaltes der Zahnkronen.

Die Zahnkronen wurden nach Gewichts- und Volumenbestimmung in Reagenzgläsern mit konz. Salzsäure übergossen. Dabei konnte ich ebenfalls wie Prof. Dr. Wustrow die Feststellung machen, daß die Entkalkungszeiten recht verschieden waren. Während Hundezahnkronen je nach ihrer Größe 1—2 Tage zur völligen Auflösung brauchten, benötigten menschliche Zahnkronen dazu 2—4 Tage, wobei jedoch bemerkt werden muß, daß auch in den einzelnen Zahngattungen selbst wieder größere Zeitunterschiede vorhanden waren. Jeder aufgelöste Zahn wurde dann in einem geeichten Meßkolben bis auf 40 ccm mit destilliertem Wasser verdünnt und je nach seinem Gewicht 1, 2 oder 4 ccm zur weiteren Untersuchung mit einer Pipette entnommen. Von jedem Zahn wurden auf diese Weise zur

gegenseitigen Kontrolle drei Versuche angesetzt. In einer Untersuchungsanordnung wurden immer 5—10 Zähne zusammengenommen.

Die in den Reagenzgläsern stehende salzsaure Flüssigkeit wurde nun ammoniakalisch gemacht, der dabei entstandene Niederschlag durch Zugabe von Essigsäure ausgelöst und Calcium mit Ammoniumoxalat als in Wasser und schwachen Säuren unlösliches Calziumoxalat ausgefüllt. Alle anderen organischen und anorganischen Elemente der Zahnkrone blieben in Lösung.

Die Reagenzgläser wurden nun mit Wasser bis ungefähr zum Rande aufgefüllt und eine Stunde lang im Wasserbad auf 80—90° erhitzt. Nach Herausnahme und Erkaltenlassen derselben hatte sich das Calziumoxalat am Boden als weiße Füllung abgesetzt. Ueber diesem Niederschlag stand eine klare Flüssigkeit, die nun mit zwei durch einen dicht schließenden Korken geführte Glasröhrchen (wie bei einer Spritzflasche) bis auf einen kleinen Rest abgeblasen wurde. Die Gläser wurden jetzt wieder mit dest. Wasser aufgefüllt ins Wasserbad gestellt, bis sich das Calziumoxalat am Boden vollständig abgesetzt hatte, und die darüberstehende klare Lösung abgeblasen. Dieser Vorgang wurde bis zur völligen Entfernung von überschüssigem Ammoniumoxalat (und sonstiger gelöster Salze evtl. vorhandener Säuren) wiederholt, d. h. solange, bis eine Probe der abgespülten Flüssigkeit nach dem Ansäuren mit verdünnter Schwefelsäure und Erwärmen einen Tropfen der zur Titration dienenden Kaliumpermanganatlösung nicht mehr entfärbte. Der Niederschlag wurde nun in Bechergläser gegossen und die Reagenzgläser mehrmals mit dest. Wasser und verdünnter Schwefelsäure nachgespült, damit kein Calziumoxalat mehr zurückbleiben konnte. Die angesäuerte und zum Sieden erhitzte Lösung wurde nun mit $^1/_{10}$ normal Kaliumpermanganatlösung titriert. Aus der verbrauchten Menge Kaliumpermanganat läßt sich der Calziumgehalt berechnen, da die zur Oxydation von 10 ccm $^1/_{10}$ normal Oxalsäure nötigen 10 ccm $^1/_{10}$ normal Kaliumpermanganatlösung 0,02 gr. Ca entsprechen.

Zur Herstellung der Kaliumpermanganatlösung wurden 3,1—3,3 gr Kaliumpermanganatkristalle in 1000 ccm dest. Wasser aufgelöst und danach filtriert.

Zur Feststellung des Titers der Kaliumpermanganatlösung bringt man 10 ccm $^1/_{10}$ normal Oxalsäure in einen Kolben, fügt überschüssige verdünnte Schwefelsäure hinzu, erwärmt bis gerade Blasen springen und läßt nun die in einer Glashahnbürette befindliche Kaliumpermanganatlösung langsam zufließen, bis ein Tropfen eine beim Umschütteln nicht mehr verschwindende eben erkennbare Rosafärbung bewirkt. Die Titerstellung muß bei jeder Versuchsreihe

gemacht werden, da sich die Kaliumpermanganatlösung mit der Zeit verändert.

Um die ganze Versuchsanordnung auf die Genauigkeit ihrer Ergebnisse prüfen zu können, wurde eine Kontrollösung mit genau bekanntem Calziumgehalt hergestellt und jedesmal drei Proben dieser Lösung mitbehandelt. Die auf diese Weise erhaltenen Resultate ergaben bei allen Analysen eine Uebereinstimmung bis auf 3 Stellen nach dem Komma mit dem errechneten Calziumgehalt in 1 ccm Kontrollösung. Dadurch wurde der Beweis für eine genügende Genauigkeit der ganzen Versuchsanordnung erbracht.

Beispiel:

Eine obere Schneidezahnkrone mit einem Gewicht von 0,6404 gr und einem Volumen von 0.2594 ccm wurde in konz Salzsäure aufgelöst. Die Lösung wurde in einem geeichten Meßkolben auf 40 ccm mit destilliertem Wasser aufgefüllt, mit einer Pipette dreimal je 2 ccm entnommen und in Reagenzgläser gebracht. Der nach Zugabe von Ammoniak entstandene Niederschlag (Magnesiumhydroxyd u. a.) wurde mit Essigsäure wieder aufgelöst und aus der essigsauren Lösung mit Ammoniumoxalat Calzium als Oxalat ausgefällt. Die Gläser wurden nun mit Wasser aufgefüllt und eine Stunde lang im Wasserbad erwärmt. Nach Herausnahme und Erkaltenlassen wurde die über dem sich am Boden abgesetzten Niederschlag stehende klare Flüssigkeit abgeblasen. Es wurde jetzt wieder neues Wasser zugesetzt und der schon oben geschilderte Vorgang solange wiederholt, bis keine freien Säuren resp. gelöste Salze derselben mehr vorhanden waren.

Der Niederschlag wurde nun in Bechergläser gegossen und die Reagenzgläser mehrmals mit dest. Wasser und verdünnter Schwefelsäure nachgespült. Das in den Bechergläsern befindliche schwefelsaure Gemisch wurde bis zum Sieden erhitzt, wobei das Calziumoxalat in Lösung ging, und aus einer Glasbahnbürette Kaliumpermanganatlösung, deren Faktor durch Titration mit $^1/_{10}$ normal Oxalsäure festgestellt worden war, unter ständigem Umschütteln zulaufen gelassen, bis eine nicht mehr verschwindende eben erkennbare Rosafärbung auftrat. Es wurden von den drei Proben 4,95, 4,99 und 5,00 ccm Kaliumpermanganatlösung zur jeweiligen Oxydation der freigewordenen Oxalsäure verbraucht.

Der Mittelwert betrug also 4,98 ccm.

Wenn also 2 ccm gelöster Zahnkrone 4,98 ccm K M_n 0_4 Lösung verbrauchen, so entsprechen 40 ccm Gesamtlösung

$$20 \cdot 4{,}98 \text{ ccm} = 99{,}6 \text{ ccm } KM_n\,0_4 \text{ Lösung.}$$

Der ermittelte Faktor der $KMn\ 0_4$ Lösung betrug in diesem Falle 0,987. Mit diesem Faktor wurden die verbrauchten ccm (99,6 ccm) $K\,Mn\ 0_4$ Lösung multipliziert, um in der nachfolgenden Berechnung von $^1/_{10}$ Normal $K\ Mn\ 0_4$ Lösung ausgehen zu können.

Es bestehen nun folgende Gleichungen:

$$10 \text{ ccm } \frac{n}{10}\ (C\ O\ OH)_2 = 10 \text{ ccm } \frac{n}{10}\ K\,Mn\ 0_4 = 0{,}02 \text{ gr. Ca}$$

$$0{,}987 \cdot 99{,}6 \text{ ccm } \frac{n}{10}\ K\,Mn\ 0_4 = x \text{ gr. Ca}$$

$$10 : 0{,}02 = 0{,}987 \cdot 99{,}6 : x$$

$$x = \frac{0{,}02 : 0{,}987 \cdot 99{,}6}{10}$$

$$\begin{aligned} \log 0{,}02 &= 0{,}30103 - 2 \\ \log 0{,}987 &= 0{,}99432 - 1 \\ \log 99{,}6 &= 1{,}99826 \\ \hline & 0{,}29361 \end{aligned}$$

$$x = \frac{0{,}01966}{10} = 0{,}1966 \text{ gr}$$

Der Calziumgehalt der Schneidezahnkrone betrug also 0,1966 gr. Zur Berechnung der Gewichtsprozente gilt dann folgendes:

Gew. der Zahnkrone : Calziumgew. = 100 : y

$$0{,}6404 : 0{,}1966 = 100 : y$$

$$y = \frac{0{,}1966 \cdot 100}{0{,}6404}$$

$$\begin{aligned} \log 19{,}66 &= 1{,}29361 \\ \log\ 0{,}6404 &= 0{,}80645 - 1 \\ \hline & 1{,}48716 \end{aligned}$$

$$y = 30{,}70\%$$

Es entsprechen also 100 Gewichtsteilen Zahnkrone 30,70 Gewichtsteilen Calzium.

Für die Volumenprozente gilt folgende Gleichung:

Vol. d. Zahnkrone : Calz. Gehalt = 100 : p

$$0{,}2594 : 0{,}1966 = 100 : p$$

$$p = \frac{0{,}1966 \cdot 100}{0{,}2594}$$

$$\begin{aligned} \log\ 19{,}66 &= 1{,}29361 \\ \log\ 0{,}2594 &= 0{,}41397 - 1 \\ \hline & 1{,}87964 \end{aligned}$$

$$p = 75{,}80\%$$

110 ccm Zahnkrone entsprechen also 75,80 gr. Calzium.

Alle Versuche wurden in der oben angegebenen Art und Weise durchgeführt und die Resultate in nachfolgenden Tabellen zusammengestellt.

Mensch : Incisivi

	Gewicht gr	Volumen ccm	Ca-Gehalt gr	Ca-Gehalt in Gew. %	Ca-Gehalt in Vol. %
I	0,2262	0,1964	0,0624	27,60	64,74
II	0,2770	0,1112	0,0806	29,10	65,90
III	0,2294	0,0966	0,0637	27,90	65,90
IV	0,3394	0,1358	0,1018	30,00	74,80
V	0,3211	0,1286	0,0976	30,30	76,20
VI	0,6856	0,2835	0,2042	29,80	72,16
VII	0,5725	0,2336	0,1691	29,50	72,38
VIII	0,3990	0,1635	0,1223	30,60	75,00
IX	0,6404	0,2594	0,1966	30,70	75,80
X	0,5700	0,2322	0,1699	29,82	73,20
XI	0,3150	0,1278	0,1001	31,79	78,36
XII	0,3740	0,1540	0,1161	31,20	75,38
XIII	0,3142	0,1294	0,1003	31,91	77,50
			Mittelwerte	30,00	73,38

Mensch : Canini

	Gewicht gr	Volumen ccm	Ca-Gehalt gr	Ca-Gehalt in Gew. %	Ca-Gehalt in Vol. %
I	0,8390	0,3494	0,2588	30,84	74,12
II	0,8060	0,3363	0,2363	29,28	70,25
III	0,4589	0,1869	0,1386	30,42	74,15
IV	0,6181	0,2440	0,1864	30,15	76,38
			Mittelwerte	30,17	73,72

Mensch : Praemolaren

	Gewicht gr	Volumen ccm	Ca-Gehalt gr	Ca-Gehalt in Gew. %	Ca-Gehalt in Vol. %
I	,0,5498	0,2172	0,1708	31,11	78,71
II	0,5912	0,2289	0,1864	31,54	81,75
III	0,4495	0,1770	0,1436	31,98	81,13
IV	0,4597	0,1864	0,1412	30,76	76,00
V	0,5004	0,1972	0,1568	31,36	79,60
VI	0,3995	0,1675	0,1240	31,08	74,25
VII	0,5752	0,2269	0,1909	33,21	84,50
VIII	0,5552	0,2201	0,1827	32,92	83,04
IX	0,5654	0,2322	0,1760	31,15	75,86
X	0,4204	0,1672	0,1384	32,95	82,87
XI	0,5967	0,2351	0,1896	31,75	80,68
XII	0,5965	0,2365	0,1872	31,35	79,32
XIII	0,5770	0,2243	0,1856	32,16	82,85
XIV	0,5521	0,2174	0,1796	32,53	82,76
XV	0,4824	0,1861	0,1556	32,27	83,65
XVI	0,7190	0,2827	0,2272	31,60	80,28
XVII	0,5680	0,2201	0,1824	32,10	82,90
			Mittelwerte:	31,87	80,60

Mensch : Molaren

	Gewicht gr	Volumen ccm	Ca-Gehalt gr	Ca-Gehalt in Gew. %	Ca-Gehalt in Vol. %
I	0,9277	0,3499	0,3000	32,32	85,70
II	1,2502	0,4976	0,3794	30,30	77,44
III	1,0260	0,4169	0,2994	29,30	73,00
IV	0,9370	0,3683	0,3057	32,72	83,06
V	1,0049	0,4007	0,2917	29,20	72,93
VI	1,0850	0,4130	0,3170	31,08	77,33
VII	1,1661	0,4562	0,3572	30,20	79,37
VIII	1,1382	0,4535	0,3452	30,20	76,70
IX	1,0735	0,4200	0,3448	32,12	82,09
X	1,1730	0,4605	0,3924	33,45	85,21
XI	1,3098	0,5400	0,4052	30,70	75,00
XII	1,2921	0,5426	0,3964	30,70	73,40
XIII	1,3731	0,5636	0,4544	31,16	81,14

Mensch: Molaren.

	Gewicht gr	Volumen ccm	Ca-Gehalt gr	Ca-Gehalt in Gew. %	Ca-Gehalt in Vol. %
XIV	0,9194	0,3642	0,2927	32,06	80,40
XV	1,1442	0,4405	0,3668	32,06	80,14
XVI	1,4190	0,5483	0,4475	31,54	81,65
XVII	0,9732	0,3845	0,3030	31,14	78,82
XVIII	1,2053	0,4631	0,3030	32,19	83,78
XIX	1,4370	0,5685	0,4544	31,62	80,00
XX	1,1170	0,4320	0,3640	32,58	84,25
			Mittelwerte	31,33	79,72

Hund : Incisivi

	Gewicht gr	Volumen ccm	Ca-Gehalt gr	Ca-Gehalt in Gew. %	Ca-Gehalt in Vol. %
I	0,1882	0,0844	0,0548	29,11	64,92
II	0,1614	0,0680	0,0480	29,74	70,58
III	0,1980	0,0862	0,0646	28,12	64,60
IV	0,2405	0,1097	0,0790	28,31	62,06
V	0,1528	0,0667	0,0542	30,57	70,04
VI	0,1650	0,0722	0,0550	28,73	65,66
VII	0,2154	0,0926	0,0736	29,45	68,51
VIII	0,2772	0,1192	0,0908	28,23	65,66
IX	0,2940	0,1282	0,0840	28,57	65,52
X	0,1590	0,0658	0,0408	25,66	62,00
			Mittelwerte	28,65	65,95

Hund : Canini

I	0,7175	0,3172	0,1850	25,80	58,36
II	0,7764	0,3433	0,1999	25,75	58,28
III	0,8313	0,3668	0,2156	27,14	55,74
IV	0,8452	0,3695	0,2169	25,60	58,78
V	0,6482	0,3020	0,1607	24,80	53,20
VI	0,6257	0,2828	0,1595	25,40	56,37
VII	1,2500	0,4862	0,3298	26,39	67,87
VIII	1,3081	0,6251	0,3408	26,05	54,52
			Mittelwerte	25,86	57,90

Hund : Praemolaren

	Gewicht gr	Volumen ccm	Ca-Gehalt gr	Ca-Gehalt in Gew. %	Ca-Gehalt in Vol. %
I	0,2950	0,1347	0,0824	27,93	61,03
II	0,3300	0,1478	0,0936	28,36	63,24
III	0,3495	0,1588	0,0948	27,08	60,20
IV	0,2744	0,1272	0,0776	28,32	61,10
V	0,2933	0,1306	0,0820	28,00	63,07
VI	0,2970	0,1345	0,0832	27,73	61,63
VII	0,2580	0,1169	0,0768	29,30	64,67
VIII	0,2094	0,0947	0,0596	28,51	62,73
IX	0,2174	0,0947	0,0596	27,47	62,73
X	0,1995	0,0914	0,0600	30,00	61,26
			Mittelwerte	28,27	62,16

Hund : Molaren

	Gewicht gr	Volumen ccm	Ca-Gehalt gr	Ca-Gehalt in Gew. %	Ca-Gehalt in Vol. %
I	0,9082	0,4282	0,2392	26,34	55,86
II	1,0338	0,4811	0,2920	28,25	60,69
III	1,0538	0,4950	0,2816	26,67	56,90
IV	1,0119	0,4729	0,2800	27,67	59,21
V	1,3582	0,6462	0,3544	26,09	54,85
VI	1,3232	0,6408	0,3392	25,63	53,00
VII	1,1718	0,5551	0,3376	28,81	60,81
VIII	1,1185	0,5191	0,3192	28,53	61,49
IX	1,5425	0,7291	0,4160	26,97	57,06
X	1,5063	0,7044	0,4128	26,74	58,60
XI	1,5445	0,7140	0,4232	27,40	59,27
XII	1,5559	0,7114	0,4192	26,94	58,92
			Mittelwerte	27,17	58,05

Mittelwerte

	Incisivi		Canini	
	Ca-Gehalt in Gew. %	Ca-Gehalt in Vol. %	Ca-Gehalt in Gew. %	Ca-Gehalt in Vol. %
Mensch	30,00	73,38	30,17	73,72
Hund	28,65	65,95	25,86	57,90
	Praemolaren		Molaren	
Mensch	31,87	80,60	31,33	79,72
Hund	28,27	62,16	27,17	58,05

Aus der Zusammenstellung der Mittelwerte geht eindeutig hervor, daß menschliche Zahnkronen unter normalen Verhältnissen besser verkalkt sind, als diejenigen der Hunde. Außerdem zeigen die einzelnen Gattungen jeder Klasse untereinander im Calziumgehalt kleine Unterschiede, die wohl zum Teil durch ihre verschiedenen anatomischen Formen bedingt sein werden.

Für die Anregung zu vorliegender Arbeit gestatte ich mir Herrn Prof. Dr. med. et med. dent. P. Wustrow an dieser Stelle meinen besonderen Dank abzustatten.

Hiermit versichere ich ehrenwörtlich, daß ich diese Arbeit selbständig gemacht und keine unerlaubten Hilfsmittel dabei benutzt habe.

Lebenslauf.

Am 12. Juni 1908 wurde ich in Schleiden als Sohn des Rendanten Josef König geboren. Bis zur Obersekundareife besuchte ich die Volksschule und das Realprogymnasium meiner Heimatstadt, ging dann zum Realgymnasium Düren über, wo ich im Frühjahr 1928 mein Abiturientenexamen bestand. Um Zahnheilkunde zu studieren, bezog ich die Universität Bonn und legte dort am Ende des vierten Semesters mein Physikum ab. Die beiden nächsten Semester verbrachte ich in München, ging dann nach Würzburg und bestand dort am 13. Mai 1932 mein zahnärztliches Staatsexamen mit der Note „gut".